

# Εισαγωγή στη γλώσσα Java

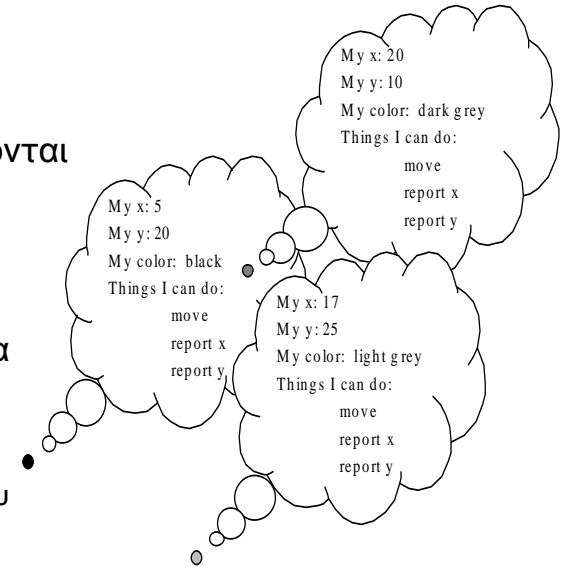


Franz Marc, *Rehe im Walde (II)*, 1913-14

Κωστής Σαγώνας <kostis@cs.ntua.gr>  
Νίκος Παπασπύρου <nickie@softlab.ntua.gr>

## Παράδειγμα αντικειμενοστρεφούς τρόπου σκέψης

- Έγχρωμα σημεία στην οθόνη
- Τι δεδομένα αποθηκεύονται στο καθένα;
  - Οι συντεταγμένες του
  - Το χρώμα του
- Τι θέλουμε να μπορεί να κάνει το κάθε σημείο;
  - Να μετακινηθεί
  - Να αναφέρει τη θέση του



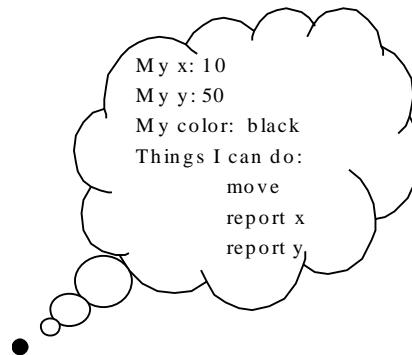
Εισαγωγή στη γλώσσα Java

2

## Η ορολογία της Java



- Κάθε σημείο είναι ένα **αντικείμενο (object)**
- Που περιλαμβάνει τρία **πεδία (fields)**
- Έχει τρεις **μεθόδους (methods)**
- Και κάθε αντικείμενο είναι ένα **στιγμιότυπο (instance)** της ίδιας **κλάσης (class)**



## Αντικειμενοστρεφές στυλ προγραμματισμού

- Η επίλυση προβλημάτων γίνεται μέσω αντικειμένων:
  - μικρά δέματα από δεδομένα που ξέρουν πώς να κάνουν πράγματα στον εαυτό τους
- Δηλαδή η ιδέα δεν είναι ότι π.χ. *το πρόγραμμα ξέρει πώς να μετακινήσει ένα σημείο*, αλλά ότι *το σημείο ξέρει πώς να μετακινήσει τον εαυτό του*
- Οι γλώσσες αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού κάνουν πιο εύκολο το συγκεκριμένο τρόπο σκέψης και προγραμματισμού

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

3

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

4

## Παράδειγμα ορισμού κλάσης στη Java

```
public class Point {  
    private int x,y;  
    private Color myColor;  
  
    public int currentX() {  
        return x;  
    }  
  
    public int currentY() {  
        return y;  
    }  
  
    public void move(int newX, int newY) {  
        x = newX;  
        y = newY;  
    }  
}
```

*field definitions*

*method definitions*

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

5

## Πρωτόγονοι τύποι της Java

- **char**:  $0..2^{16}-1$ , γράφονται ως 'a', '\n', ..., με χρήση του συνόλου χαρακτήρων Unicode
- **byte**:  $-2^7..2^7-1$
- **short**:  $-2^{15}..2^{15}-1$
- **int**:  $-2^{31}..2^{31}-1$ , γράφονται με το συνηθισμένο τρόπο
- **long**:  $-2^{63}..2^{63}-1$ , γράφονται με χρήση ενός L στο τέλος
- **float**: IEEE 32-bit standard, γράφονται με χρήση ενός F στο τέλος
- **double**: IEEE 64-bit standard, γράφονται ως αριθμοί κινητής υποδιαστολής (π.χ., 1.2, 1.2e-5, ή 1e3)
- **boolean**: true και false
- Εκκεντρικοί τύποι: **void** και **null**

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

6

## Κατασκευαζόμενοι τύποι στη Java

- Όλοι οι κατασκευαζόμενοι τύποι είναι **τύποι αναφορών (reference types)**
- Με άλλα λόγια είναι αναφορές σε αντικείμενα
  - Ονόματα κλάσεων, όπως π.χ. **Point**
  - Ονόματα κάποιας διαπροσωπείας (interface)
  - Ονόματα τύπων πινάκων, όπως π.χ. **Point[]** ή **int[]**

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

7

## Συμβολοσειρές (strings)

- Προκαθορισμένος τύπος αλλά όχι πρωτόγονος: η κλάση **String**
- Μια σειρά από χαρακτήρες που περικλείονται από διπλές αποστρόφους και συμπεριφέρονται σα μια σταθερή συμβολοσειρά
- Αλλά στην πραγματικότητα είναι ένα στιγμιότυπο της κλάσης **String**, δηλαδή ένα αντικείμενο που περιέχει τη συγκεκριμένη σειρά χαρακτήρων



Εισαγωγή στη γλώσσα Java

8

## Αριθμητικοί τελεστές

- Για `int`: +, -, \*, /, %, μοναδιαίος -

Έκφραση Java	Τιμή
<code>1+2*3</code>	7
<code>15/7</code>	2
<code>15%7</code>	1
<code>-(6*7)</code>	-42

- Για `double`: +, -, \*, /, μοναδιαίος -

Έκφραση Java	Τιμή
<code>6.0*7.0</code>	42.0
<code>15.0/7.0</code>	2.142857142857143

## Τελεστής συνένωσης

- Ο τελεστής + έχει ειδική υπερφόρτωση και εξαναγκασμό μετατροπής τύπου για την κλάση `String`

Έκφραση Java	Τιμή
<code>"123" + "456"</code>	"123456"
<code>"The answer is " + 42</code>	"The answer is 42"
<code>"" + (1.0/3.0)</code>	"0.3333333333333333"
<code>1 + "2"</code>	"12"
<code>"1" + 2 + 3</code>	"123"
<code>2 + 2 + "2"</code>	"42"

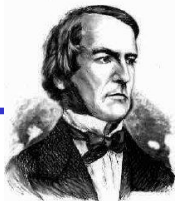
## Τελεστές σύγκρισης

- Υπάρχουν οι συνήθεις τελεστές σύγκρισης: <, <=, >=, και >, για αριθμητικούς τύπους
- Επίσης ορίζεται η ισότητα == και η ανισότητα != για κάθε τύπο, συμπεριλαμβανομένου του τύπου `double` (σε αντίθεση με την ML)

Έκφραση Java	Τιμή
<code>1 &lt;= 2</code>	true
<code>1.0 == 2.1</code>	false
<code>true != false</code>	true

## Boolean τελεστές

- && και ||, που βραχυκυκλώνουν (όπως οι τελεστές `andalso` και `orelse` της ML)
- !, όπως ο τελεστής `not` της ML
- `a?b:c`, όπως το `if a then b else c` της ML



Έκφραση Java	Τιμή
<code>1 &lt;= 2 &amp;&amp; 2 &lt;= 3</code>	true
<code>1 &lt; 2    1 &gt; 2</code>	true
<code>1 &lt; 2 ? 3 : 4</code>	3

## Τελεστές με παρενέργειες

- Ένας τελεστής έχει μια **παρενέργεια (side effect)** εάν αλλάζει κάτι στο περιβάλλον του προγράμματος, όπως για παράδειγμα την τιμή μιας μεταβλητής ή ένα στοιχείο ενός πίνακα
- Στην ML είδαμε μόνο **αγνούς (pure) τελεστές** – δηλαδή τελεστές χωρίς παρενέργειες
- Στη Java υπάρχουν και τελεστές με παρενέργειες

## Αναθέσεις, Rvalues και Lvalues

- $a = b$ : αλλάζει την τιμή του  $a$  και την κάνει ίση με τη  $b$
- Η ύπαρξη αναθέσεων είναι ένα σημαντικό συστατικό και χαρακτηριστικό των προστακτικών γλωσσών
- Γιατί η ανάθεση  $a = 42$  έχει νόημα, αλλά όχι  $42 = a$ ;
- Οι εκφράσεις στα δεξιά του  $=$  πρέπει να έχουν μια τιμή: π.χ.  $a$ ,  $42$ ,  $a+42$ ,  $f()$  (εκτός αν είναι `void`), κ.λπ.
- Οι εκφράσεις στα αριστερά του  $=$  πρέπει να είναι θέσεις μνήμης: π.χ.  $a$  ή  $d[42]$ , αλλά όχι  $42$  ή  $a+42$
- Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά των εκφράσεων πολλές φορές αναφέρονται ως **rvalue** και **lvalue**

## Τελεστές με παρενέργειες στη Java

- Σύνθετες αναθέσεις

Έκφραση Java	Σύντομη Έκφραση Java
$a = a+b$	$a += b$
$a = a-b$	$a -= b$
$a = a*b$	$a *= b$

- Αύξηση και μείωση κατά ένα

Έκφραση Java	Σύντομη Έκφραση Java
$a = a+1$	$a++$
$a = a-1$	$a--$

## Τιμές και παρενέργειες

- Οι εκφράσεις με παρενέργειες έχουν τόσο τιμή όσο και κάποια παρενέργεια
- Η τιμή της ανάθεσης  $x = y$  είναι η τιμή του  $y$  και η παρενέργειά της είναι να αλλάξει την τιμή του  $x$  σε αυτήν την τιμή

Έκφραση Java	Τιμή	Παρενέργεια
$a + (x=b) + c$	το άθροισμα των $a$ , $b$ και $c$	αλλάζει την τιμή του $x$ , και την κάνει ίση με $b$
$(a=d) + (b=d) + (c=d)$	τρεις φορές η τιμή του $d$	αλλάζει τις τιμές των $a$ , $b$ και $c$ , και τις κάνει όλες ίσες με το $d$
$a=b=c$	η τιμή του $c$	αλλάζει τις τιμές των $a$ και $b$ , και τις κάνει ίσες με το $c$

## Εκφράσεις αύξησης και μείωσης κατά ένα

- Οι τιμές χρήσης των τελεστών αύξησης και μείωσης κατά ένα εξαρτώνται από την τοποθέτησή τους

Έκφραση Java	Τιμή	Παρενέργεια
<code>a++</code>	η παλιά τιμή του <code>a</code>	προσθέτει ένα στο <code>a</code>
<code>++a</code>	η νέα τιμή του <code>a</code>	προσθέτει ένα στο <code>a</code>
<code>a--</code>	η παλιά τιμή του <code>a</code>	αφαιρεί ένα από το <code>a</code>
<code>--a</code>	η νέα τιμή του <code>a</code>	αφαιρεί ένα από το <code>a</code>

## Κλήσεις μεθόδου στιγμιότυπου (instance method)

Έκφραση Java	Τιμή
<code>s.length()</code>	το μήκος του <code>String s</code>
<code>s.equals(r)</code>	<code>true</code> εάν <code>s</code> και <code>r</code> είναι ίδια και <code>false</code> εάν όχι
<code>r.equals(s)</code>	το ίδιο με το παραπάνω
<code>s.toUpperCase()</code>	ένα αντικείμενο <code>String</code> που είναι το <code>String s</code> αλλά με κεφαλαία
<code>s.charAt(3)</code>	η τιμή του χαρακτήρα στη θέση 3 στο <code>String s</code> (δηλαδή, ο τέταρτος του χαρακτήρας)
<code>s.toUpperCase().charAt(3)</code>	η τιμή του χαρακτήρα στη θέση 3 στο <code>String s</code> με όλα κεφαλαία

## Κλήσεις μεθόδου κλάσης (class method calls)

- Οι **μέθοδοι μιας κλάσης (class methods)** ορίζουν λειτουργίες που η κλάση ξέρει πώς να κάνει – δεν ορίζουν αντικείμενα της κλάσης
- Οι κλάσεις χρησιμεύουν ως τόποι ονομάτων
- Οι κλήσεις μεθόδων είναι κάτι σαν τις συνήθεις κλήσεις συναρτήσεων στις μη αντικειμενοστρεφείς γλώσσες

Έκφραση Java	Τιμή
<code>String.valueOf(1==2)</code>	"false"
<code>String.valueOf(6*7)</code>	"42"
<code>String.valueOf(1.0/3.0)</code>	"0.3333333333333333"

## Σύνταξη των κλήσεων μεθόδων

- Κλήση μεθόδου στιγμιότυπου:

```
<method-call> ::= <reference-expression>.<method-name> (<parameter-list>)
```

- Κλήση μεθόδου κλάσης:

```
<method-call> ::= <class-name>.<method-name> (<parameter-list>)
```

- Οποιαδήποτε από τις παραπάνω κλήσεις, αλλά από μια μέθοδο της ίδιας κλάσης:

```
<method-call> ::= <method-name> (<parameter-list>)
```

## Εκφράσεις δημιουργίας αντικειμένων

- Δημιουργία ενός νέου αντικειμένου το οποίο είναι στιγμιότυπο κάποιας συγκεκριμένης κλάσης

```
<creation-expression> ::= new <class-name>  
                          (<parameter-list>)
```

- Οι παράμετροι περνιούνται σε έναν **κατασκευαστή (constructor)**—κάτι σαν μια ειδική μέθοδο της κλάσης

Έκφραση Java	Τιμή
<code>new String()</code>	ένα νέο <b>String</b> με μήκος μηδέν
<code>new String(s)</code>	ένα νέο <b>String</b> που περιλαμβάνει ένα αντίγραφο του <b>String s</b>
<code>new String(chars)</code>	ένα νέο <b>String</b> που περιλαμβάνει τους χαρακτήρες από τον πίνακα <b>chars</b>

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

21

## Δεν υπάρχει τρόπος να καταστρέψουμε αντικείμενα

- Τα αντικείμενα δημιουργούνται με κλήση της **new**
- Όμως δεν υπάρχει άμεσος τρόπος να τα καταστρέψουμε ή να αποδεσμεύσουμε τη μνήμη που καταλαμβάνουν
- Αυτό γίνεται αυτόματα μέσω συλλογής σκουπιδιών (garbage collection)



Ανακύκλωση στην Αθήνα: Πού είναι ο κάδος, ο-έ-ο;

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

22

## Γενικές πληροφορίες για τελεστές στη Java

- Όλοι οι τελεστές είναι αριστερά προσηταιριστικοί, εκτός από την ανάθεση
- Υπάρχουν 15 επίπεδα προτεραιότητας
  - Κάποια επίπεδα είναι προφανή: π.χ. ο τελεστής **\*** έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα από τον τελεστή **+**
  - Άλλα επίπεδα είναι λιγότερο προφανή: π.χ. ο τελεστής **<** έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα από τον **!=**
- Επιτρέπονται πολλοί εξαναγκασμοί μετατροπής τύπου
  - Από **null** σε κάθε τύπο αναφοράς
  - Κάθε τιμή μπορεί να μετατραπεί σε **String** σε κάποια συνένωση
  - Ένας τύπος αναφοράς σε έναν άλλον (κάποιες φορές)

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

23

## Κάποιες αριθμητικές μετατροπές τύπων

- Από **char** σε **int** πριν εφαρμοστεί κάποιος αριθμητικός τελεστής (εκτός της συνένωσης συμβολοσειρών)
- Από **int** σε **double** για δυαδικούς τελεστές που περιλαμβάνουν και τους δύο τύπους

Έκφραση Java	Τιμή
<code>'a' + 'b'</code>	195
<code>1/3</code>	0
<code>1/3.0</code>	0.3333333333333333
<code>1/2+0.0</code>	0.0
<code>1/(2+0.0)</code>	0.5

Εισαγωγή στη γλώσσα Java

24

## Εντολές εκφράσεων (expression statements)

- Όπως σε όλες τις προστακτικές γλώσσες, οι εντολές εκτελούνται για τις παρενέργειές τους

```
<expression-statement> ::= <expression> ;
```

- Η τιμή της έκφρασης, εάν υπάρχει, απορρίπτεται
- Η Java δεν επιτρέπει στην έκφραση να είναι κάτι χωρίς παρενέργειες, π.χ. `x == y`

Εντολή Java	Επεξήγηση
<code>speed = 42;</code>	Αποθήκευσε την τιμή 42 στη <code>speed</code> .
<code>a++;</code>	Αύξησε την τιμή του <code>a</code> κατά 1.
<code>inTheRed = cost &gt; balance;</code>	Εάν η τιμή του <code>cost</code> είναι μεγαλύτερη από <code>balance</code> , θέσε την τιμή της <code>inTheRed</code> σε <code>true</code> , αλλιώς σε <code>false</code> .

## Σύνθετες εντολές (compound statements)

```
<compound-statement> ::= { <statement-list> }  
<statement-list> ::= <statement> <statement-list> | <empty>
```

- Οι εντολές εκτελούνται με τη σειρά που εμφανίζονται
- Οι σύνθετες εντολές χρησιμοποιούνται και ως μπλοκ που δηλώνουν την εμβέλεια των μεταβλητών

Εντολή Java	Επεξήγηση
<pre>{   a = 0;   b = 1; }</pre>	Αποθήκευσε μηδέν στο <code>a</code> , μετά αποθήκευσε ένα στο <code>b</code> .
<pre>{   a++;   b++;   c++; }</pre>	Αύξησε το <code>a</code> , μετά αύξησε το <code>b</code> , μετά αύξησε το <code>c</code> .
<pre>{ }</pre>	Μην κάνεις τίποτα.

## Εντολές δηλώσεων

```
<declaration-statement> ::= <declaration> ;  
<declaration> ::= <type> <variable-name>  
                | <type> <variable-name> = <expression>
```

- Ορισμός μεταβλητών με εμβέλεια μπλοκ

<code>boolean done = false;</code>	Ορίζει μια νέα μεταβλητή με όνομα <code>done</code> τύπου <code>boolean</code> , και την αρχικοποιεί σε <code>false</code> .
<code>Point p;</code>	Ορίζει μια νέα μεταβλητή με όνομα <code>p</code> τύπου <code>Point</code> . (και δεν την αρχικοποιεί.)
<pre>{   int temp = a;   a = b;   b = temp; }</pre>	Ανταλλάζει τις τιμές των ακέραιων μεταβλητών <code>a</code> και <code>b</code> .

## Η εντολή if

```
<if-statement> ::= if (<expression>) <statement>  
                | if (<expression>) <statement> else <statement>
```

- Το ξεκρέμαστο `else` επιλύεται με το συνήθη τρόπο

Εντολή Java	Επεξήγηση
<code>if (i &gt; 0) i--;</code>	Μείωσε το <code>i</code> , αλλά μόνο εάν είναι μεγαλύτερο από το μηδέν.
<code>if (a &lt; b) b -= a; else a -= b;</code>	Αφαίρεσε το μικρότερο από τα <code>a</code> και <code>b</code> από το μεγαλύτερο.
<pre>if (reset) {   a = b = 0;   reset = false; }</pre>	Εάν η τιμή της <code>reset</code> είναι <code>true</code> , μηδένισε τα <code>a</code> και <code>b</code> και θέσε την τιμή της <code>reset</code> σε <code>false</code> .



## Η εντολή `while`

```
<while-statement> ::= while (<expression>) <statement>
```

- Αποτίμησε την έκφραση *expression* – εάν είναι **false** μην κάνεις τίποτε
- Αλλιώς εκτέλεσε το *statement* και επανάλαβε
- Η επανάληψη είναι άλλο ένα χαρακτηριστικό των προστακτικών γλωσσών προγραμματισμού
- (Παρατηρήστε ότι επανάληψη χωρίς παρενέργειες δεν έχει νόημα, διότι η τιμή της έκφρασης πρέπει να αλλάζει)
- Εκτός από **while** η Java έχει επίσης **do** και **for** loops

Εντολή Java	Επεξήγηση
<pre>while (a &lt; 100) a += 5;</pre>	Όσο το <b>a</b> είναι μικρότερο του 100, εξακολούθησε να προσθέτεις 5 στο <b>a</b> .
<pre>while (a != b)   if (a &lt; b) b -= a;   else a -= b;</pre>	Αφαίρεσε το μικρότερο των <b>a</b> και <b>b</b> από το μεγαλύτερο, ξανά και ξανά μέχρι να γίνουν ίσοι. (Αλγόριθμος του Ευκλείδη.)
<pre>while (time &gt; 0) {   simulate();   time--; }</pre>	Όσο η μεταβλητή <b>time</b> είναι μεγαλύτερη του μηδενός, κάλεσε τη μέθοδο <b>simulate</b> της τρέχουσας κλάσης και στη συνέχεια μείωσε κατά ένα την <b>time</b> .
<pre>while (true) work();</pre>	Κάλεσε τη μέθοδο <b>work</b> της τρέχουσας κλάσης ξανά και ξανά, για πάντα.

## Η εντολή `return`

```
<return-statement> ::= return <expression>;
| return;
```

- Οι μέθοδοι που επιστρέφουν κάποια τιμή πρέπει να εκτελέσουν μια εντολή **return** της πρώτης μορφής
- Οι μέθοδοι που δεν επιστρέφουν κάποια τιμή (δηλαδή οι μέθοδοι που έχουν ορισθεί ως **void**) μπορούν να εκτελέσουν μια εντολή **return** της δεύτερης μορφής

## Ορισμοί κλάσεων



## Παράδειγμα κλάσης: ConsCell

```
/**
 * A ConsCell is an element in a linked list of ints.
 */
public class ConsCell {
    private int head; // the first item in the list
    private ConsCell tail; // rest of the list, or null

    /**
     * Construct a new ConsCell given its head and tail.
     * @param h the int contents of this cell
     * @param t the next ConsCell in the list, or null
     */
    public ConsCell(int h, ConsCell t) {
        head = h;
        tail = t;
    }
}
```

```
/**
 * Accessor for the head of this ConsCell.
 * @return the int contents of this cell
 */
public int getHead() {
    return head;
}

/**
 * Accessor for the tail of this ConsCell.
 * @return the next ConsCell in the list, or null
 */
public ConsCell getTail() {
    return tail;
}
}
```

## Χρήση της κλάσης ConsCell

- Είναι αντίστοιχης λειτουργίας με το cons της ML
- Θέλουμε οι λίστες στη Java να είναι αντικειμενοστρεφείς: όπου η ML εφαρμόζει :: σε μια λίστα, το αντικείμενο-λίστα σε Java πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμόσει τη μέθοδο ConsCell στον εαυτό του
- Η ML εφαρμόζει length σε μια λίστα. Οι λίστες σε Java πρέπει να είναι σε θέση να υπολογίσουν το μήκος τους
- Κατά συνέπεια, δε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε null για την κενή λίστα

```
/**
 * An IntList is a list of ints.
 */
public class IntList {
    private ConsCell start; // list head, or null

    /**
     * Construct a new IntList given its first ConsCell.
     * @param s the first ConsCell in the list, or null
     */
    public IntList(ConsCell s) {
        start = s;
    }

    /**
     * Cons the given element h onto us and return the
     * resulting IntList.
     * @param h the head int for the new list
     * @return the IntList with head h, and us as tail
     */
    public IntList cons (int h) {
        return new IntList(new ConsCell(h, start));
    }
}
```

```

/**
 * Get our length.
 * @return our int length
 */
public int length() {
    int len = 0;
    ConsCell cell = start;
    while (cell != null) { // while not at end of list
        len++;
        cell = cell.getTail();
    }
    return len;
}
}

```

## Χρήση της IntList

**ML:**

```

val a = nil;
val b = 2::a;
val c = 1::b;
val x = (length a) + (length b) + (length c);

```

**Java:**

```

IntList a = new IntList(null);
IntList b = a.cons(2);
IntList c = b.cons(1);
int x = a.length() + b.length() + c.length();

```

## Τι είναι μια αναφορά;

- Μια **αναφορά (reference)** είναι μια τιμή που προσδιορίζει μονοσήμαντα κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο

```

public IntList(ConsCell s) {
    start = s;
}

```

- Αυτό που περνάμε ως όρισμα στον κατασκευαστή `IntList` δεν είναι ένα αντικείμενο—είναι μια αναφορά σε ένα αντικείμενο
- Αυτό που αποθηκεύεται στη μεταβλητή `start` δεν είναι ένα αντίγραφο του αντικειμένου αλλά μια αναφορά στο συγκεκριμένο αντικείμενο (το οποίο δεν αντιγράφεται)

## Δείκτες

- Σε μια γλώσσα όπως η C ή η C++, υπάρχει ένας εύκολος τρόπος να σκεφτόμαστε τις αναφορές: μια αναφορά είναι ένας **δείκτης (pointer)**
- Με άλλα λόγια, μια αναφορά είναι η διεύθυνση ενός αντικειμένου στη μνήμη
- Τα συστήματα Java μπορούν, αν θέλουν, να υλοποιήσουν τις αναφορές με αυτόν τον τρόπο

## Ναι, αλλά νόμιζα ότι...

- Έχω ακούσει από κάποιους ότι η Java είναι σαν τη C++ αλλά χωρίς δείκτες...
- Το παραπάνω είναι αληθές από μια οπτική γωνία
- Η C και η C++ κάνουν προφανή την πολύ στενή σχέση μεταξύ διευθύνσεων και δεικτών (π.χ. επιτρέπουν αριθμητική σε δείκτες)
- Τα προγράμματα σε Java δε μπορούν να καταλάβουν πώς υλοποιούνται οι αναφορές: οι αναφορές είναι απλά τιμές που προσδιορίζουν μοναδικά κάθε αντικείμενο

## Σύγκριση μεταξύ Java και C++

- Μια μεταβλητή στη C++ μπορεί να έχει ως τιμή ένα αντικείμενο ή ένα δείκτη σε ένα αντικείμενο
- Υπάρχουν δύο επιλογείς:
  - `a->x` επιλέγει μια μέθοδο ή ένα πεδίο `x` όταν το `a` είναι ένας δείκτης σε ένα αντικείμενο
  - `a.x` επιλέγει το `x` όταν το `a` είναι ένα αντικείμενο
- Μια μεταβλητή στη Java δε μπορεί να έχει ως τιμή ένα αντικείμενο, μόνο μια αναφορά σε ένα αντικείμενο
- Δηλαδή υπάρχει μόνο ένας επιλογέας:
  - `a.x` επιλέγει το `x` όταν το `a` είναι μια αναφορά σε ένα αντικείμενο

## Σύγκριση C++ και Java

Πρόγραμμα σε C++	Αντίστοιχο στη Java
<pre>IntList* p; p = new IntList(0); p-&gt;length(); p = q;</pre>	<pre>IntList p; p = new IntList(null); p.length(); p = q;</pre>
<pre>IntList p(0); p.length(); p = q;</pre>	Δεν υπάρχει αντίστοιχο

## Σύντομες οδηγίες χρήσης για τη Java

## Εκτύπωση κειμένου εξόδου

- Υπάρχει το προκαθορισμένο αντικείμενο: `System.out`
- Το οποίο έχει δύο μεθόδους:
  - `print(x)` που τυπώνει το `x`, και
  - `println(x)` που τυπώνει το `x` και ένα χαρακτήρα νέας γραμμής
- Οι μέθοδοι αυτοί είναι υπερφορτωμένες για όλους τους τύπους παραμέτρων

## Εκτύπωση μιας `IntList`

```
/**
 * Print ourself to System.out.
 */
public void print() {
    System.out.print("[");
    ConsCell a = start;
    while (a != null) {
        System.out.print(a.getHead());
        a = a.getTail();
        if (a != null) System.out.print(",");
    }
    System.out.println("]");
}
```

## Η μέθοδος `main`

- Μια κλάση μπορεί να έχει μια μέθοδο `main` ως εξής:

```
public static void main(String[] args) {
    ...
}
```

- Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ως το σημείο έναρξης της κλάσης όταν αυτή τρέξει ως εφαρμογή
- Η λέξη κλειδί `static` την κάνει μια μέθοδο της κλάσης (class method). Πρέπει να χρησιμοποιείται με φειδώ!

## Η κλάση `Driver`

```
class Driver {
    public static void main(String[] args) {
        IntList a = new IntList(null);
        IntList b = a.cons(2);
        IntList c = b.cons(1);
        int x = a.length() + b.length() + c.length();
        a.print();
        b.print();
        c.print();
        System.out.println(x);
    }
}
```

## Μετάφραση και τρέξιμο του προγράμματος

---

- Τρεις κλάσεις προς μετάφραση, σε τρία αρχεία:  
`ConsCell.java`, `IntList.java` και `Driver.java`
- (Όνομα αρχείου = όνομα κλάσης + `.java`)
- Μεταφράζουμε τα αρχεία με χρήση της εντολής `javac`
  - Μπορούν να μεταγλωττιστούν ένα προς ένα
  - Ή με χρήση της εντολής `javac Driver.java` όλα μαζί
- Ο compiler παράγει `.class` αρχεία
- Χρησιμοποιούμε τον Java launcher (εντολή `java`) για να τρέξουμε τη μέθοδο `main` ενός `.class` αρχείου